2.

III.

Die Blutgefässe des Auges.

Von

Th. Leber.

Die Blutgefässe des Augapfels bilden zwei fast vollständig getrennte Systeme, das Netzhautgefässsystem und das Aderhaut- oder Ciliargefässsystem, welche nur durch eine Anzahl kleiner Aeste an der Eintrittsstelle des Sehnerven mit einander zusammenhängen.

Das Netzhautgefässsystem versorgt ausser der Netzhaut noch einen Theil des Sehnervenstammes; das Ciliargefässsystem ausser dem Aderhauttractus (Chorioidea, Ciliarkörper und Iris) noch die Sclerotica, den Hornhautrand und den zunächst an letzteren grenzenden Theil der Scleroticalbindehaut.

Der übrige Theil der Bindehaut erhält besondere Gefässe, welche von denen der Lider abstammen und das Bindehautgefässsystem bilden.

I. Netzhautgefässsystem.

Das Netzhautgefässsystem wird gebildet von der Art. u. Ven. central. retinae. Die Arterie ist einer der ersten Aeste der Ophth. und tritt in einer Entfernung von 15—20 Mm. vom Auge in schräger Richtung in den Sehnervenstamm ein, die Vene erst etwas näher am Auge. Letztere mündet in der Regel direct in den Sinus cavernosus, geht aber meistens vorher noch einige starke Anastomosen mit der Ophth. sup. ein, zuweilen mündet sie auch direct in die letztere; selten ist ihre Einmündung in die Ophth. inf. [1]) Arteria und Vena centr. ret. (Fig. 367 $e e_1$) verlaufen neben einander in der

---

1) WALTER, de venis oculi. Berol. 1778. SESEMANN, die Orbitalvenen des Menschen und ihr Zusammenhang mit den oberflächlichen Venen des Kopfes. REICHERT und DU BOIS Arch. 1869, p. 2.

Axe des Sehnerven, umhüllt von etwas Bindegewebe, bis zu dessen intraocularem Ende. Sie ertheilen während dieses Verlaufs dem Opticusstamme kleine Zweige, welche in den die Nervenbündel umstrickenden, netzförmig verbundenen Bindegewebsbalken ihren Verlauf nehmen.

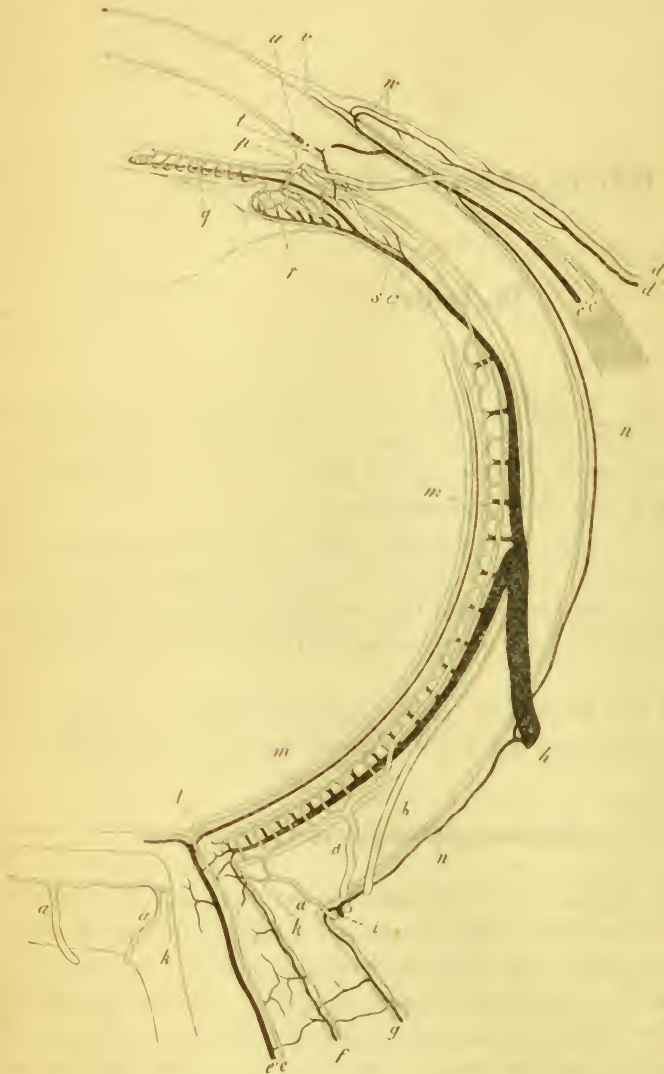


Fig. 367. **Schematische Darstellung des Gefässverlaufs im Auge.** Horizontalschnitt. Venen schwarz, Arterien hell. *a* Aa. cil. post. br. *b* A. cil. p. long. cc_1 A. u. V. cil. ant. dd_1 A. u. V. conj. post. ee_1 A. u. V. centr. ret. *f* Gefässe der inneren, *g* der äusseren Opt.-scheide, *h* V. vort. *i* Ven. cil. p. brev. *k* Ast der A. cil. p. br. zum Opt. *l* Anastom. der Chor.-gefässe mit denen d. Opt. *m* Choriocapillaris, *n* Episclerale Aeste, *o* A. recurrens chor. *p* Circ. art. irid. maj. (Querschnitt). *q* Gefässe der Iris. *r* Ciliarfortsatz. *s* Ast der V. vort. aus dem Cil.-muskel. *t* Ast der vordr. Cil.-vene aus dem Cil.-muskel. *u* Circ. venosus. *v* Randschlingennetz d. Hornhaut *w* Art. u. Ven. conj. ant.

Ausser den Aesten der Centralgefässe erhält der Sehnerv noch zahlreiche Zweige von den Gefässen der inneren Scheide *f* (des eigentlichen Neurilems des Nerven), und von denen der äusseren Scheide *g*, wenn auch in geringerer Zahl. Diese Gefässe sind Aeste der Ophthalmica und ihrer ersten Verzweigungen. Der intracranielle Theil des Sehnerven, das Chiasma und die Tractus

werden versorgt von den in der betreffenden Gegend verlaufenden Gefässen der Pia und des Gehirns, deren Verzweigungen mit denen des intraorbitalen Theils des Nerven in Verbindung stehen.

Bei seinem Eintritt ins Auge erhält der Sehnerv auch noch Aeste von einigen (2—3) der kurzen hinteren Ciliararterien, *k*. Dieselben bilden in der Sclerotica einen den Sehnerveneintritt umgebenden, geschlossenen Gefässkranz (Zinn'scher oder Haller'scher Kranz[1]), der zahlreiche feine Aestchen in den Sehnerven hineinsendet, welche mit den Aesten der Centralarterie anastomosiren.

Venen, welche diesen Aesten der Ciliararterien entsprechen, giebt es nicht; dagegen hängen die feineren Arterien, Venen und Capillaren der Chorioidea am Sehnervenrande direct zusammen mit den entsprechenden Gefässen der Papille und der inneren Sehnervenscheide, so dass hier ein ziemlich inniger Zusammenhang des Retinal- und Ciliargefässsystems stattfindet, *l*.

Ein anderer Zusammenhang beider Gefässsysteme existirt nicht; an der Ora serrata hören sämmtliche Gefässe der Netzhaut mit capillaren Schlingen auf, ohne sich mit denen der Aderhaut irgendwie zu verbinden.

Die Centralgefässe verlaufen in der Axe des Sehnerven bis zur Oberfläche der Papille, wo sie sich, oder schon etwas vorher, in ihre Hauptäste theilen, und zwar die Vene meist etwas früher als die Arterie. Die Verästelung erfolgt in dichotomischer Weise. Ein Hauptast der Arterie sowohl als der Vene verläuft nach oben, der andere nach unten, um sich ziemlich rasch wieder in zwei schräg aus einander weichende Aeste zu theilen etc. Die Venen begleiten häufig die Arterien, wenigstens ungefähr, in ihren gröberen Verzweigungen; die letzteren sind feiner als die entsprechenden Venen. Uebrigens kommen ziemlich viele individuelle Verschiedenheiten des Verlaufs der Gefässe vor. Gerade temporalwärts, über die Macula lutea weg, sieht man niemals ein grösseres Gefäss verlaufen (oder nur in höchst seltenen Ausnahmsfällen, MAUTHNER); alle grösseren Gefässe umkreisen den gelben Fleck in Bogen, um zu den peripherischer gelegenen Netzhauttheilen zu gelangen, und senden nur von allen Seiten her kleinere Gefässe in die Macula hinein; ähnliche kleine Gefässe gehen auch von der Papille direct dahin. Dieselben versorgen die Macula, endigen aber sämmtlich am Rande der Fovea centralis mit capillaren Schlingen, so dass diese letztere ganz gefässlos ist.

Das Capillarnetz der Retina zeichnet sich durch viel weitere Maschen vor dem der Chorioidea aus; die Capillaren selbst sind feiner und sehr dünnwandig. Die Verzweigung der Retinalgefässe hat grosse Aehnlichkeit mit der der Centralorgane des Nervensystems. Nach HIS finden sich in der Umgebung der Retinalgefässe ganz ähnliche perivasculäre Lymphräume, wie an den Gefässen des Gehirns und Rückenmarks.

---

1) Abbildung findet sich in JÄGER, Ueber die Einstellungen des dioptr. Apparats, Wien 1861, Taf. III, Fig. 34 – 36; und TH. LEBER, Anat. Unters. über die Blutgefässe des menschl. Auges. Denkschr. d. Wiener Akademie. XXIV. Bd. Taf. IV.

Die gröberen Aeste der Centralgefässe verlaufen alle in der Nervenfaserschicht der Netzhaut und je weiter nach aussen in der Reihenfolge der Schichten, um so kleiner werden die darin vorkommenden Gefässe; die letzten dringen bis zur Zwischenkörnerschicht vor; äussere Körner- und Stäbchenschicht sind, wie die Fovea centralis, gefässlos.

Beim Foetus giebt die Centralarterie noch die Art. hyaloidea ab, welche von der Sehnervenpapille durch einen Kanal im Glaskörper sich nach vorn zur Hinterfläche der Linse begiebt und diese mit Gefässen überzieht. Beim Neugeborenen ist sie bereits vollständig zurückgebildet, und nur in seltenen Fällen wurde die Arterie noch während des extrauterinen Lebens und meist im obliterirten Zustande angetroffen.

Bei manchen Thieren fehlen die Netzhautgefässe oder verzweigen sich nur in einem bestimmten Theile der Netzhaut.

Bei Vögeln, vielen Amphibien und Fischen fehlen sie vollständig, werden hier aber meistens, jedoch nicht immer durch Gefässe der Hyaloidea ersetzt, welche an der Innenseite der Retina ausgebreitet sind (Huschke, Hyrtl, H. Müller). Unter den Säugethieren besitzt das Kaninchen nur in dem durch markhaltige Nervenfasern ausgezeichneten Theil der Retina Gefässe. Beim Pferd treten nur ganz kleine Gefässe ein, welche sich in einer nicht mehr als 3—6 Mm. breiten Zone zu einem zierlichen Kranze von Capillarschlingen auflösen. [1]) Beim Meerschweinchen sieht man mit dem Augenspiegel nur zuweilen ganz feine Gefässe auf der Sehnervenpapille, welche sich nicht in die Netzhaut hinein verfolgen lassen.

II. Ciliar- oder Aderhautgefässsystem.

Der gesammte Aderhauttractus, die Sclerotica mit dem Hornhautrande und dem sich zunächst daran schliessenden Theile der Scleroticalbindehaut werden von den sogenannten Ciliargefässen versorgt. Es sind dies folgende:

a) Arterien.

1. Die kurzen hinteren Ciliararterien, Aa. cil. post. brev. Fig. 367 und 368 *a*. 4—6 kleine Stämmchen, die aus der Ophthalmica oder ihren ersten Aesten entstehen. Sie theilen sich, während sie dem Stamme des Opticus folgen, in eine grössere Anzahl von Zweigen, welche (einige 20 an Zahl) die Sclerotica in ihrem hinteren Abschnitte in ziemlich gerader Richtung von aussen nach innen durchbohren. Die zahlreichsten und stärksten Zweige treten in der Gegend des hinteren Pols des Auges ein, eine geringere Anzahl nach innen von der Insertion des Opticus und in seiner näheren Umgebung. Die letzteren pflegen auch geringeren Calibers zu sein; einige derselben geben die schon erwähnten Aeste in den Sehnerveneintritt ab.

2. Die langen hinteren Ciliararterien, Aa. cil. post. long., *b*. Ihr Ursprung ist derselbe wie bei den kurzen Ciliararterien; sie durchbohren, 2 an Zahl, die Sclerotica etwas weiter nach vorn als die letzteren, im horizontalen Meridian des Auges, die eine an der medialen, die andere an

1) H. Müller, Notiz über die Netzhautgefässe bei manchen Thieren. Würzb. naturw. Zeitschr. II. p. 64.

der lateralen Seite. Ihr Durchtritt durch die Sclerotica geschieht in sehr schräger Richtung, so dass die Arterie einen bis 4 Mm. langen Canal innerhalb der Sclerotica durchläuft.

3. Die vorderen Ciliararterien, Aa. cil. ant., c, die keine directen Aeste der Ophthalm. sind, sondern von den Arterien der 4 geraden Augen-

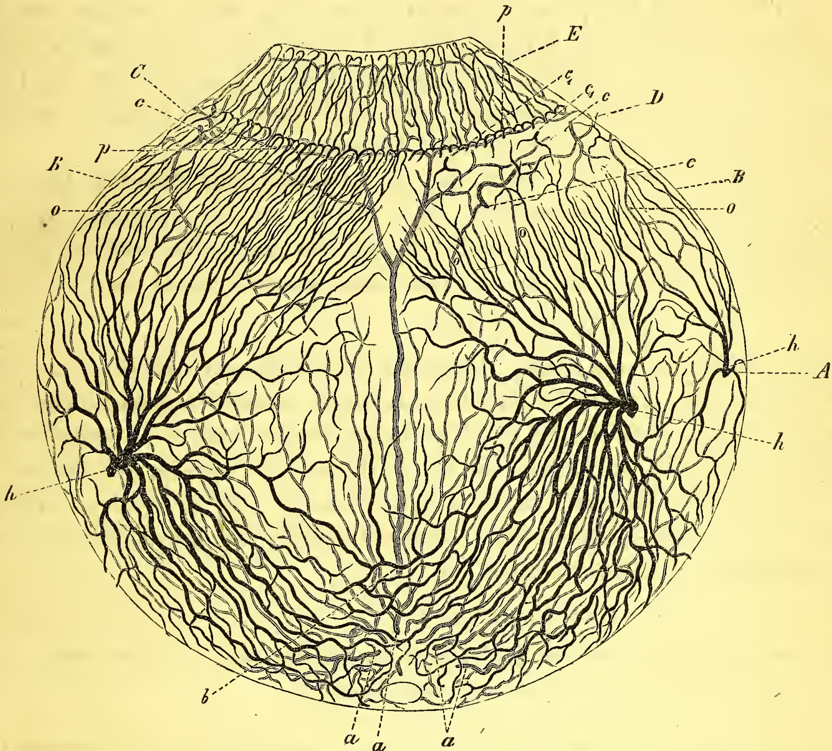


Fig. 368. Halbschematische Darstellung des Gefässverlaufs in der Aderhaut. *A* Chorioidea; *B* nicht gefalteter Theil des Ciliarkörpers, Orbiculus ciliaris; *C* Ciliarfortsätze (der Ciliarmuskel ist hinweggenommen zu denken); *D* Ciliarmuskel; *E* Iris. *a* Aa. cil. post. brev.; *b* A. cil. post. long.; *c* Aa. cil. ant.; c_1 Vv. cil. ant.; *h* Vv. vort.; *o* Aa. recurr. chor.; *p* Circ. art. irid. maj.

muskeln abstammen. Meist entstehen aus jedem Muskel 2 Arterien, vom R. ext. in der Regel nur eine. Sie treten an der Insertion der Sehne zur Sclerotica hinüber, verlaufen meist ziemlich stark geschlängelt gegen die Cornea hin und durchbohren, nach Abgabe feiner oberflächlicher Zweige, mit ihren perforirenden Aesten die Sclerotica nicht weit vom Hornhautrande in mässig schiefer Richtung.

b) Die Venen des Ciliargefässsystems sind:

1. Die sogenannten Venae vorticosae, *h*, meistens 4 Stämmchen, welche entweder direct in die V. ophth. oder in Muskeläste einmünden. Sie durchbohren die Sclerotica in der Gegend des Aequators in eben so schräger Weise,

wie die langen Cil.-art. Häufig theilen sich eine oder einige von ihnen vor dem Eintritt in die Sclerotica, wodurch die Zahl der perforirenden Gefässe auf 6, selten darüber steigt.

Auch während des Durchtritts durch die Sclerotica und gleich nachher kommen öfters Theilungen vor; es gehen deshalb in die Chorioidea ausser den 4—6 grösseren meist noch eine wechselnde Anzahl kleinerer Gefässe über.

2. Die kleinen Venulae cil. post. brev., Fig. 367 *i*, welche, wie die gleichnamigen Arterien in der Umgebung des Sehnerven zur Sclerotica hintreten, aber nur den Scleroticalzweigen der letzteren entsprechen und keine Aeste aus der Aderhaut aufnehmen. Sie sind daher viel weniger zahlreich und viel kleiner als die entsprechenden Arterien.

3. Die VV. cil. ant. sind wie die gleichnamigen Arterien Aeste der Venen der geraden Augenmuskeln, aber kleiner als die Arterien, weil das Verästelungsgebiet ihrer perforirenden Zweige ein viel beschränkteres ist.

Venen vom Verlauf der Aa. cil. post. long. kommen nicht vor.

A. Die Sclerotica

erhält kleine Zweige von allen vorstehend beschriebenen Gefässen. Sie sind jedoch wenig zahlreich und bilden hauptsächlich an ihrer Oberfläche ein weitmaschiges Netz, wobei in der Regel zwei Venen eine Arterie zu beiden Seiten begleiten. Abweichend hiervon ist das Verhalten der episcleralen Gefässe im vordersten an die Hornhaut grenzenden Abschnitte der Sclerotica, welches weiter unten im Zusammenhange mit den Gefässen des Hornhautrandes und der Bindehaut geschildert werden soll.

B. Die Aderhaut

wird von einer sehr grossen Zahl von Gefässen versorgt, welche sich in ihr auf das reichlichste verzweigen und durchflechten.

Diese reichliche Gefässentwickelung, welche namentlich in den Ciliarfortsätzen ihren Höhepunkt erreicht, scheint dazu bestimmt, die Flüssigkeit zu secerniren, welche den intraocularen Druck unterhält, da dieser bei der fortwährenden Filtration durch die Augenkapsel sonst rasch abnehmen müsste. Ausserdem dürften vielleicht die Gefässe der Chorioidea auch mit zur Ernährung der äusseren gefässlosen Netzhautschichten bestimmt sein, was um so wahrscheinlicher ist, als, wie schon oben erwähnt wurde, bei manchen Thieren die ganze Netzhaut gefässlos ist, wo also die Ernährung jedenfalls von der Aderhaut übernommen werden muss.

Aus der obigen Aufzählung der Gefässe des Ciliargefässsystems ist schon ersichtlich, dass sich die Arterien und Venen der Aderhaut keineswegs vollkommen entsprechen. Der Aderhauttractus lässt sich in Bezug auf seinen arteriellen Zufluss in zwei ziemlich getrennte Gebiete abtheilen: Das erstere, gebildet von der eigentlichen Chorioidea, erhält sein Blut durch die kurzen hinteren Ciliararterien, das zweite, bestehend aus Ciliarkörper und Iris, wird versorgt von den langen hinteren und den vorderen Ciliararterien.

Nur erhält der vorderste Theil der Chorioidea noch eine Anzahl rücklaufender Zweige aus dem vorderen Gebiete, wodurch eine Verbindung dieses mit dem hinteren art. Gebiete zu Stande kommt.

Anders verhält es sich mit dem venösen Abfluss: Der grösste Theil des Venenblutes der gesammten Aderhaut (Chorioidea, Ciliarkörper und Iris) hat einen gemeinschaftlichen Abfluss durch die Venae vorticosae, und nur ein Theil des Blutes des Ciliarmuskels ergiesst sich nach aussen durch die kleinen vorderen Ciliarvenen, welcher vordere Abfluss demnach an Mächtigkeit weit hinter dem anderen zurücksteht.

1. Arterien der Chorioidea.

Die Stämmchen der kurzen Ciliararterien liegen im hintersten Abschnitte der Chorioidea anfangs in der obersten Schichte dieser Membran, umhüllt von etwas lockerem, meist dunkel pigmentirtem Gewebe. Während ihres Verlaufs nach vorn machen sie zuerst einige starke Schlängelungen und treten dann allmählig unter fortwährenden dichotomischen Theilungen in die tieferen Schichten der Aderhaut ein. Die feinsten Zweige lösen sich in das gleichmässig die ganze Innenfläche der Chorioidea bedeckende Capillarnetz, die sogenannte Choriocapillaris auf. Die nach vorn ziehenden Verzweigungen zeichnen sich vor den Venen durch ihren mehr gestreckten Verlauf aus, während die in der Umgebung des Sehnerven befindlichen feineren Zweige wie die der Venen stark gewunden sind. Dieser Umstand und die grosse Zahl der in dieser Gegend vorkommenden Gefässe machen es, dass uns hier an gut injicirten Präparaten ein fast unauflösbares Gewirr von feinen Gefässen entgegen tritt.

Ausser den in Capillaren sich auflösenden Aesten kommen nicht, wie früher[1]) angenommen wurde, noch andere Aeste vor, welche direct in Venen übergehen. Die Annahme der letzteren beruht auf Täuschungen, welche bei Anwendung der früher gebräuchlichen opaken Injectionsmassen leicht vorkommen konnten, bei durchsichtigen gefärbten Flüssigkeiten aber vermieden werden.[2])

Die kurzen Ciliararterien gehen vollständig in dem Capillarnetz der Chorioidea auf und geben keine Aeste weiter nach vorn zum Ciliarkörper und der Iris ab. Die frühere Annahme solcher Aeste beruht auf Verwechselung mit Venen, welche vom Ciliarkörper zu den Venae vortic. sich begeben. Im Gegentheil erhält der vorderste Theil der Chorioida noch eine Anzahl rück-

1) Brücke, anatomische Beschreibung des menschlichen Augapfels. Berlin, 1847, p. 14.

2) Th. Leber, Anat. Unters. über die Blutgefässe des menschl. Auges. Denkschr. der Akad. zu Wien. XXIV. Math. natw. Cl. p. 301. Ders., Unters. über den Verlauf und Zusammenhang der Gefässe im menschl. Auge. Arch. f. Ophth. XI. 1. p. 15.

laufender Aeste[1] aus dem Ciliarkörper, von den langen hinteren und vorderen Ciliararterien. Dieselben laufen in wechselnder Zahl und Grösse und in grösseren Abständen zwischen den zahlreichen parallelen Venen des Orbiculus ciliaris nach rückwärts, versorgen den vordersten Abschnitt der Chorioidea mit Capillaren und anastomosiren auch theilweise mit den Endästen der kurzen h. Ciliararterien.

Das Capillarnetz bedeckt continuirlich die ganze innere Fläche der Aderhaut vom Sehnerveneintritt bis zur Grenze des Orbiculus cil. (welcher der Ora serrata der Netzhaut entspricht), und hört hier mit einem unregelmässig zackigen Rande auf. Seine Maschen sind in der Nähe des Sehnerven unregelmässig rundlich und sehr fein, werden aber, je weiter vom Sehnerven entfernt, um so mehr in die Länge gestreckt; der Längsdurchmesser übertrifft schliesslich den breiten Durchmesser um das 8—10fache; auch der Durchmesser der Capillaren selbst nimmt dabei etwas zu.

Im Orbiculus ciliaris kommen eigentliche Capillaren nicht vor.

2. Arterien des Ciliarkörpers und der Iris.

Die beiden langen hinteren Ciliararterien laufen nach ihrem Durchtritt durch die Sclerotica an der Aussenfläche der Aderhaut, ohne ihr Aeste zu ertheilen, in horizontaler Richtung nach vorn zum Ciliarmuskel. Hier theilen sie sich in zwei schräg aus einander weichende Aeste, welche in die Substanz des Muskels eindringen und, an seinem vorderen Ende angelangt, ganz in die circuläre Richtung umbiegen, so dass die beiden Aeste jeder Arterie einander im Umfange des Auges entgegenlaufen. Der hierdurch entstehende Gefässkranz wird vervollständigt durch Aeste der vorderen Ciliararterien, die direct aus der Sclerotica zum Ciliarmuskel gelangen. Hierdurch wird am vorderen Rande des Muskels ein geschlossener Arterienkranz erzeugt, Circulus arteriosus iridis major, welcher besonders die Iris und die Ciliarfortsätze versorgt, während die Arterien des Ciliarmuskels und die Rami recurrentes der Chorioidea ausser von ihm auch von den Ciliararterien direct abgegeben werden.

Bei manchen Thieren, bei welchen die Ciliarfortsätze weiter auf die Hinterfläche der Iris vorgerückt sind, z. B. beim Kaninchen, liegt der Circul. irid. maj. nicht mehr im Ciliarmuskel, sondern in der Iris, in einer kleinen Entfernung von ihrem Ciliarrande.

Ausser dem Circ. irid. major bilden die langen und vorderen Cil.-art. noch weiter hinten im Ciliarmuskel einen unvollständigen Kranz von Anastomosen.

---

1) Diese rücklaufenden Aeste wurden zuerst beschrieben und abgebildet von Haller (Tab. art. ocul. Tab. VI. Fig. 4) und von Zinn (Descr. anat. oc. hum. ed. ab H. A. Wrisberg Goett. 1780. p. 39) geriethen aber später in Vergessenheit, bis ich dieselben wieder auffand (loc. cit. p. 303 u. 306. Taf. II. 12).

Die Arterien des Ciliarmuskels verzweigen sich in baumförmiger Weise, wobei sie dem Zuge der Muskelbündel folgen, und erzeugen ein ziemlich dichtes, gitterförmiges Capillarnetz, das sich sehr wesentlich von dem Netz der darunterliegenden Ciliarfortsätze unterscheidet.

Die Arterien der Ciliarfortsätze stammen aus dem Circulus irid. major und müssen demnach sämmtlich, wie die der Iris, vorher durch den Ciliarmuskel hindurchtreten. Es sind kleine Aeste, welche sich rasch in eine grosse Menge von Zweigen auflösen, die vielfach unter einander anastomosiren, und sich allmählich erweiternd in die Anfänge der Venen übergehen. Diese capillaren Venen bilden durch reichliche Anastomosen ein sehr entwickeltes Gefässnetz, das die Hauptmasse der Ciliarfortsätze ausmacht.

Die bedeutende Vergrösserung der Oberfläche durch die zahlreichen, grösseren und kleineren blattartigen Hervorragungen und rinnenförmigen Vertiefungen, die grössere Weite der capillaren Venen, die dadurch bedingte Verlangsamung des Blutstroms und die Dünnwandigkeit der Gefässe wirken zusammen, um die Ciliarfortsätze zum hauptsächlichsten secretorischen Organ der Augenflüssigkeiten zu machen.

Die Arterien der Iris entspringen als zahlreiche, etwas geschlängelt verlaufende Stämmchen vom vorderen Rande des Circ. art. major. und vertheilen sich in der Iris in dichotomischer Weise. Sie haben im Verhältniss zu ihrem Caliber sehr dicke Wandungen. Ihre Verzweigungen treten an der Vorderfläche der Iris als radiär verlaufende und netzförmig anastomosirende Züge hervor von der Farbe des Irisgewebes, nur bei Albinotischen schimmert die Farbe des Blutes durch die Wandungen hindurch. Nicht weit vom Pupillarrande bilden die Arterien noch einen Kranz von Anastomosen, den sog. Circ. irid. minor.

Das Capillarnetz der Iris ist viel weitmaschiger als das der Aderhaut; am Pupillarrande biegen die feinsten Arterien schlingenförmig in die Anfänge der Venen um. Der Sphincter pupillae wird von einem besonderen, feineren Capillarnetze durchzogen.

3. Venen der Aderhaut.

Die Venae vorticosae *h*, in der Regel 4—6 grössere und oft noch eine wechselnde Anzahl kleinerer Gefässe (im Ganzen bis zu 10) zeichnen sich durch den radiär nach allen Richtungen ausstrahlenden, wirbelförmigen Verlauf ihrer Aeste aus. Die kleineren Gefässe bilden unvollkommene Vortices, indem sie nicht von allen Richtungen her Aeste aufnehmen. Die grösseren dagegen nehmen von allen Seiten, aus der eigentlichen Chorioidea, dem Ciliarkörper und der Iris Aeste auf. Ihre Verzweigungen bilden sehr zahlreiche Anastomosen und überkreuzen sich mit den mehr gestreckt verlaufenden Ciliararterien meist unter sehr spitzen Winkeln. Je zwei benachbarte Vortices gehen im hinteren Abschnitte der Chorioidea schlingenförmige Anastomosen ein, welche zuweilen noch von vorn her eine Anzahl mehr gestreckt verlau-

fender Aeste aufnehmen. Die Venen der Iris, der Ciliarfortsätze und ein Theil der Venen des Ciliarmuskels verlaufen als zahlreiche, ziemlich gleich starke, parallele und vielfach anastomosirende Gefässe durch den Orbiculus ciliaris (nicht gefalteten Theil des Ciliarkörpers) nach rückwärts zur Chorioidea. Im Bereich des Ciliarkörpers liegen sie alle an der Innenfläche der Membran und treten erst von der Ora serrata an zur Aussenfläche der Choriodea hin. Sie vereinigen sich allmählig zu immer stärkeren Verzweigungen, nehmen, im Bereich der Chorioidea angelangt, auch aus dieser Aeste auf und stellen dann die vorderen Aeste der Venae vort. dar.

Diese parallelen Venen des Orbiculus cil., zwischen welchen in grösseren Abständen die Aa. recurrent. verlaufen, wurden früher zum grossen Theil für Arterien gehalten und gaben zur Annahme der sog. vorderen Aeste der Aa. cil. post. brev. Veranlassung.

Nur ein Theil der Venen des Ciliarmuskels sammelt sich zu den kleinen VV. cil. ant., *c'*, welche in der Nähe des Hornhautrandes die Sclerotica durchbohren und sich in die Venen der geraden Augenmuskeln ergiessen.

Diese Venen stehen in Zusammenhang mit dem in der tiefsten Schichte der Sclerotica gleich neben dem Hornhautrande liegenden, von Schlemm entdeckten venösen Gefässkranz *u*, gewöhnlich Canalis Schlemmii, Circulus, auch Sinus venosus corneae, von mir Plexus ciliaris venosus genannt [1]). Derselbe ist nämlich kein einfacher Canal, sondern ein plexusartiger Kranz von Venen, Rouget [2]), welcher jedoch an verschiedenen Augen und an verschiedenen Stellen des Umfangs desselben Auges ein etwas verschiedenes Aussehen darbietet. In der Regel findet man allerdings, der gewöhnlichen Beschreibung entsprechend, eine grosse, bis $^1/_4$ Mm. breite, abgeplattete und sehr dünnwandige Vene, welche aber fast allenthalben von einer oder selbst mehreren kleinen Venen begleitet wird, die sich von ihr abzweigen und nach kurzem Verlaufe wieder mit ihr verbinden. An manchen Stellen kann die grössere Vene durch Theilung in 2, 3 oder mehrere entsprechend feinere Aeste zerfallen, welche unter einander anastomosiren und sich allmählig wieder zu einem grösseren Gefässe vereinigen. Sehr oft verbinden sich die beiden aus der Theilung entstandenen Aeste sofort wieder, so dass in den Verlauf der breiten Vene, so zu sagen, eine kleine Insel eingeschaltet ist. Seltener kommt eine grössere Zahl (5—7) kleinerer, getrennt neben einander verlaufender oder sich theilweise überdeckender, vielfach anastomosirender Venen vor, die alsdann einen zierlichen Plexus bilden, aber gleichfalls allmählig wieder zu einem grösseren Gefäss zusammentreten.

Der plexusartige Charakter des Gefässkranzes ist nicht an allen Augen gleich stark entwickelt; er tritt besonders an denjenigen Stellen des Umfangs hervor, wo die aus dem Ciliarmuskel kommenden Venen sich mit ihm verbinden. Diese begeben sich am vorderen Ende des Muskels zur Innen-

1) Loc. cit. p. 19. Abbildung Taf. III, und Arch. f. Ophth. XI. 1. Taf. II. Fig. 2.
2) Rouget, Compt. rend. et Mém. de la Soc. de Biologie 1856. p. 118.

fläche der Sclerotica (in einem Falle zählte ich deren 12—14), theilen sich in der Nähe des Venenkranzes in mehrere, unter einander anastomosirende Aeste, welche theils die Sclerotica in schräger Richtung durchbohren, um sich mit dem episcleralen Venennetze (s. u.) und den Venen der geraden Augenmuskeln zu verbinden, theils mit dem Circulus venosus in Verbindung treten. An diesen Stellen erscheint der letztere oft verbreitert, indem er sich direct in das Netz der aus dem Ciliarmuskel austretenden Venen fortsetzt, oder er stellt selbst ein circuläres Venennetz dar.

Auch auf senkrechten Schnitten durch die Gegend des Hornhautrandes, besonders an injicirten Präparaten, findet man fast immer neben dem einen grossen Gefässlumen ein oder mehrere kleinere, oder man sieht 2 oder mehrere Lumina, die nicht selten unter einander anastomosiren.

Der Schlemm'sche Venenkranz scheint eine Art Reservoir darzustellen für das Blut des Ciliarmuskels bei den wechselnden Contractionszuständen des letzteren. Nach seiner Lage könnte die Contraction des Muskels wohl eine Erweiterung der ihn bildenden Gefässe zur Folge haben.

Bei den meisten Thieren kommt an der entsprechenden Stelle ein circulärer Venenplexus vor (Rouget, G. Meyer, Iwanoff & Rollett).

In der vorstehenden Beschreibung glaube ich den von Henle[1]) meiner früheren Beschreibung gemachten Vorwurf vermieden zu haben, dass ich den plexusartigen Charakter des Circ. venosus zu sehr in den Vordergrund gestellt habe. Ich war übrigens niemals, wie Henle[2]) zu glauben scheint, der Ansicht, dass der Kranz allenthalben aus einer grösseren Anzahl von kleineren Gefässen gebildet würde.

Die Verwechselung des Circul. venos. mit dem sogenannten Fontana'schen Canal (der beim Ochsen, aber nicht beim Menschen vorkommt), die schon früher grosse Verwirrung angerichtet hat, und welche neuerdings wieder Pelechin[3]) sich hat zu Schulden kommen lassen, ist schon früher von Brücke[4]) und Rouget[5]), neuerdings von Iwanoff und Rollett[6]) zurückgewiesen worden.

Ein Analogon des eigenthümlichen Balkengewebes, welches den Fontana'schen Raum erfüllt, kommt nach diesen Forschern auch beim Menschen vor, wenn auch in sehr viel geringerer Mächtigkeit; es ist das sogen. Ligam. pectinatum, das sich vom Rande der Descemet'schen Haut über den Circulus venosus hinüber nach der Insertion des Ciliarmuskels und dem Ursprung der Iris hin erstreckt.

1) Jahresber. über d. Fortschr. d. Anat. pr. 1865. Zeitschr. f. rat. Med. 3. XXVII, p. 96—97. 2) Handb. d. Anat. III. 1 (Gefässlehre), p. 344 in der Note.

3) Ueber den sog. Kanal von Fontana od. Schlemm, im Arch. f. Ophth. XIII. 2. p. 425 ff.

4) Anat. Beschr. d. menschl. Augapf. p. 52 u. 53.

5) Loc. cit. p. 117. 6) Iwanoff & Rollett, Bemerk. zur Anat. d. Irisanheftung etc. Arch. f. Ophth. XV. 1. p. 23 ff.

Der Circ. venos. lässt sich beim Menschen von den Gefässen der Art. sowohl als der Ven. ophth. aus injiciren [1]), wenn auch nicht leicht ohne Extravasat. Durch solche Extravasate wird die plexusartige Beschaffenheit des Venenkranzes mehr oder minder verdeckt, man erkennt erstere aber leicht an dem Mangel der scharfen Begrenzung. Noch leichter entstehen Extravasate bei der directen Injection durch Einstich, wozu man früher in der Regel Quecksilber benutzte. Doch habe ich neuerdings gefunden, dass sich auf diesem Wege mit Berlinerblau-Glycerin der Gefässkranz mit grosser Leichtigkeit und wenigstens theilweise ohne Extravasat injiciren lässt, und dass dabei die Masse bis in die feinsten Verzweigungen der episcleralen Venen und in die des Ciliarmuskels schon bei niedrigem Drucke eindringt.

Diese Erfahrungen bei der Injection, der gelegentliche Blutgehalt an der Leiche, besonders bei Erhängten (Schlemm), und der Nachweis einer dünnen Gefässwand, der sich auf dem Querschnitt ohne Mühe liefern lässt, dürften zusammengenommen die immer noch von manchen Seiten bezweifelte Blutgefässnatur des Circ. venosus endgültig darthun. [2])

c. Der Hornhautrand.

Am vorderen Theil der Sclerotica, so weit sie von Bindehaut überzogen ist, bis zum Hornhautrande lassen sich 2 Gefässschichten unterscheiden, eine tiefe, episclerale oder subconjunctivale, von den Verzweigungen der vorderen Ciliargefässe gebildete, und eine oberflächliche oder conjunctivale Gefässschicht, welche nur am Hornhautrande mit der ersteren zusammenhängt.

Die vorderen Ciliararterien laufen nach ihrem Austritt aus dem Muskel meist stark geschlängelt nach dem Hornhautrande zu, wobei sie eine Anzahl feiner episcleraler Aeste abgeben, während ihre Hauptäste die Sclerotica perforiren. In der Regel gibt jeder Muskel 2 Gefässe ab, der R. ext. aber meist nur ein einziges. In manchen Fällen stammt an der lateralen Seite eine Arterie von den Palpebralgefässen ab und nimmt in der Bindehaut ihren Verlauf, um erst nahe dem Hornhautrand durch die Sclerotica hindurchzutreten.

Die vorderen Ciliarvenen unterscheiden sich von den Arterien durch ihre geringere Dicke (wegen der viel unbedeutenderen perforirenden Aeste) und durch den mehr gestreckten Verlauf ihrer gröberen Verzweigungen. Ihre episcleralen Aeste dagegen übertreffen die der Arterien an Weite, wie dies bei gleichem Verästelungsgebiet die Regel ist. Sie sind unter

1) Wenn dies Pelechin (loc. cit. p. 440) nicht gelungen ist, so kann ich dem nur meine Erfahrung entgegen halten, nach welcher bei sonst gelungenen Injectionen die Füllung des circ. venosus die Regel ist.

2) Erst nach Abfassung obiger Zeilen erschien die Arbeit von Schwalbe, über die Lymphbahnen des Auges und ihre Begrenzung, in deren zweitem Theil (M. Schulze's Arch. VI. p. 261—362) der Verf. den Schlemm'schen Canal für einen Lymphraum erklärt und von dem Ciliarplexus vollkommen trennt. Ich muss dem gegenüber die oben ausgesprochene Ansicht entschieden aufrecht erhalten.

einander verbunden durch ein sehr entwickeltes Netzwerk feiner Venen mit ziemlich engen polygonalen Maschen, das wegen seiner Lage den Namen des episcleralen Venennetzes hat und den Hornhautrand in einer Breite von circa 4 Mm. umgiebt.

Die episcleralen Aeste der Arterien und Venen entsprechen sich in ihren Verzweigungen ziemlich, die Arterien sind constant feiner und verlaufen mehr gestreckt als die Venen, im Gegensatz zu dem Verhalten der Stämme.

Nach Abgabe von kleinen Zweigen zur Sclerotica laufen sie unter fortwährenden Theilungen und zahlreichen bogenartigen Verbindungen nach dem Hornhautrande zu und geben hier in regelmässigen Abständen feine Zweige zur Bindehaut ab, die

Vorderen Bindehautarterien und Venen. Dieselben biegen in der Bindehaut nach rückwärts um, versorgen die innerste, 3—4 Mm. breite Zone der Bindehaut und anastomosiren mit den peripherischen oder hinteren Bindehautgefässen. Die Venen begleiten hier constant die Arterien, entweder einfach oder doppelt, je eine auf jeder Seite.

Die Enden der episcleralen Gefässe laufen unter fortwährenden Theilungen und Anastomosen über den Hornhautrand hinüber und erzeugen das Randschlingennetz der Hornhaut, das den peripherischsten Saum der Hornhaut in einer Breite von 1, höchst. 2 Mm. einnimmt und meistens am obern und unteren Rande etwas breiter ist als an den Seiten.

An den capillaren Schlingen unterscheidet man einen schmäleren, aufsteigenden arteriellen und einen allmählig weiter werdenden absteigenden venösen Schenkel.

Weiter in die Hornhaut hinein dringen beim Menschen nach der Geburt keine Gefässe vor.

Beim Fötus fand J. Müller Gefässe auf der ganzen Vorderfläche der Hornhaut. Bei manchen Thieren, z. B. beim Schaf und Ochsen, reichen auch im erwachsenen Zustande die Gefässe viel weiter in die Hornhaut hinein. Beim Ochsen kann man sehr deutlich oberflächliche Randschlingen mit flachen Bogen von tiefen, viel weiter in die Hornhaut eindringenden, die Nerven begleitenden Gefässschlingen unterscheiden. Beim Schaf sah Coccius die letzteren bis zur Hornhautmitte vordringen.

Bei Keratitis treten sehr häufig in der Hornhaut neugebildete Gefässe auf, welche in allen Schichten derselben ihre Lage haben können.

III. Bindehautgefässsystem.

Der grössere peripherische Theil der Scleralbindehaut, die Uebergangsfalte und der Tarsaltheil werden versorgt von den Gefässen der Lider, Aa. palp. med. und lat., und den entsprechenden Venen.

Zur Scleralbindehaut treten an der Uebergangsfalte eine Anzahl kleiner, baumförmig verzweigter Gefässe, Aa. und Vv. conj. post. Fig. 1, *d*, *d*,

Wie bei den vordern Bindehautgefässen werden die Arterien von einer oder zwei Venen in ihren Verzweigungen begleitet. Ihre Enden anastomosiren mit denen der vorderen Bindehautgefässe. Das Capillarnetz ist ziemlich locker, wird aber gegen die Uebergangsfalte hin immer feiner und erreicht seine grösste Entwickelung in den kleinen papillenartigen Erhabenheiten der Lidbindehaut.

Die hinteren Bindehautgefässe sind am lebenden Menschenauge sichtbar, insbesondere die Venen, als kleine, mit der Bindehaut verschiebbare Gefässchen, die sich ausser dem Verlauf durch ihre mehr hellrothe Farbe und ihr geringeres Caliber von den vorderen Ciliararterien unterscheiden, welche letzteren eine mehr carminrothe Farbe haben und sich nicht mit der Bindehaut verschieben. Der Farbenunterschied ist dadurch bedingt, dass die letzteren Gefässe durch die weisslich trübe Bindehaut gedeckt werden. Die vorderen Bindehautgefässe sind wegen ihrer Feinheit kaum sichtbar, ebenso die vorderen Ciliarvenen, treten aber bei Reizung des Auges deutlich hervor, indem sie sich bedeutend erweitern. Die Injection des episcleralen Venennetzes bewirkt in der Umgebung der Hornhaut eine diffuse bläuliche Röthe, welche in patholog. Fällen einen Reizzustand der vom Ciliargefässsystem versorgten Theile, also des Uvealtractus oder der Hornhaut anzeigt.
